



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2003013799 A

(43) Date of publication of application: 15.01.03

(51) Int. Cl.

F02F 3/00  
C25D 11/08  
C25D 11/16  
C25D 11/18  
F02F 3/10  
F16J 1/00  
F16J 1/01  
F16J 1/08

(21) Application number: 2001195378

(22) Date of filing: 27.06.01

(71) Applicant: HONDA MOTOR CO LTD

(72) Inventor:  
MIYASAKA HAJIME  
TAKADA RYOTARO  
KOBAYASHI KOJI

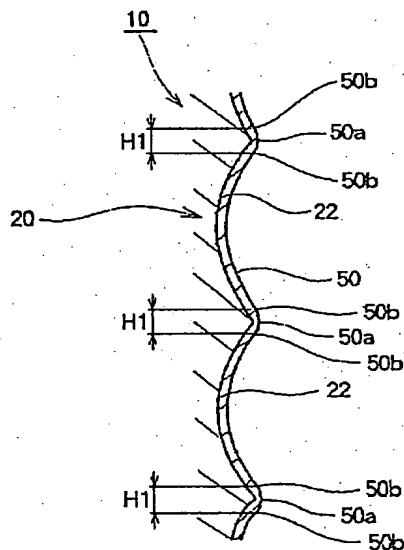
(54) ALUMINUM ALLOY-MADE PISTON FOR  
INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND ITS  
MANUFACTURING METHOD

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an aluminum alloy-made piston for internal combustion engine capable of uniformly holding an oil film all over a skirt part and capable of restraining surface pressure in contact with a cylinder.

**SOLUTION:** The aluminum alloy-made piston 10 for the internal combustion engine is constituted by forming a streak 22 on an outer surface 21a of the skirt part 20, applying an anodic oxide film 50 on a surface of this streak 22 by using an electrolytic solution mixed with phosphate and fluoride and impregnating a lubricant 54 in fine holes 52 of this anodic oxide film 50. The aluminum alloy-made piston 10 for the internal combustion engine is constituted by forming a portion H1 corresponding to a top part 22a of the streak 22 into a smooth surface on the anodic oxide film 50.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-13799  
(P2003-13799A)

(43)公開日 平成15年1月15日(2003.1.15)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト <sup>*</sup> (参考)
F 0 2 F	3/00	F 0 2 F 3/00	M 3 J 0 4 4 G
C 2 5 D	11/08 11/16 11/18	C 2 5 D 11/08 11/16 11/18	3 0 8
審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 15 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2001-195378(P2001-195378)

(22)出願日 平成13年6月27日(2001.6.27)

(71)出願人 000005326

本田技研工業株式会社  
東京都港区南青山二丁目1番1号

(72)発明者 宮坂 一

埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホン  
ダエンジニアリング株式会社内

(72)発明者 高田 亮太郎

埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホン  
ダエンジニアリング株式会社内

(74)代理人 100067356

弁理士 下田 容一郎 (外1名)

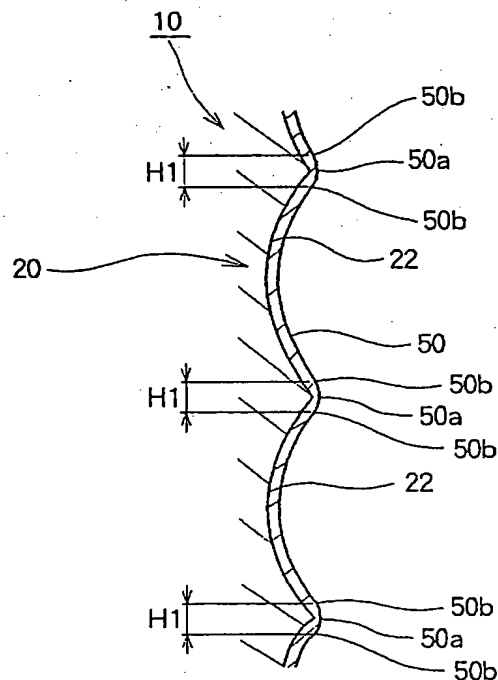
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 アルミ合金製内燃機関用ピストン及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 スカート部の全域に油膜を均一に保持することができ、かつシリンダに接触する際の面圧を抑えることができるアルミ合金製内燃機関用ピストンを提供する。

【解決手段】 アルミ合金製内燃機関用ピストン10は、スカート部20の外表面21aに条痕22を形成し、この条痕22の表面にりん酸塩並びにふっ化物を混合した電解液を用いて陽極酸化皮膜50を被せ、この陽極酸化皮膜50の微細な孔52に潤滑材54を含浸させたものである。アルミ合金製内燃機関用ピストン10は、陽極酸化皮膜50において条痕22の頂部22aに相当する部位H1を滑らかな面に形成したものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 スカート部の外表面に条痕を形成し、この条痕の表面にりん酸塩並びにふっ化物を混合した電解液を用いて陽極酸化皮膜を被せ、この陽極酸化皮膜の微細な孔に潤滑材を含浸させたアルミ合金製内燃機関用ピストンであって、

前記陽極酸化皮膜において条痕の頂部に相当する部位をカットしつつ丸める処理を施したものであることを特徴とするアルミ合金製内燃機関用ピストン。

【請求項 2】 ピストンスカート部の外表面に条痕を加工する工程と、

この条痕の表面にりん酸塩並びにふっ化物を混合した電解液を用いて陽極酸化皮膜を被せる工程と、

この陽極酸化皮膜の微細な孔に潤滑材を含ませる工程と、前記陽極酸化皮膜において条痕の頂部に相当する部位をカットしつつ丸めるラップ処理あるいは砥粒流動加工を施す工程と、からなるアルミ合金製内燃機関用ピストンの製造方法。

【請求項 3】 ピストンスカート部の外表面に条痕を加工する工程と、

この条痕の頂部をカットしつつ丸める工程と、

条痕の表面にりん酸塩並びにふっ化物を混合した電解液を用いて陽極酸化皮膜を被せる工程と、

この陽極酸化皮膜の微細な孔に潤滑材を含ませる工程と、前記丸めた条痕に相当する陽極酸化皮膜の部位にラップ処理あるいは砥粒流動加工を施す工程と、からなるアルミ合金製内燃機関用ピストンの製造方法。

【請求項 4】 前記ラップ処理をバフラップなどの軟質のラップ盤で実施することを特徴とする請求項 2 又は請求項 3 記載のアルミ合金製内燃機関用ピストンの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はアルミ合金製のピストンに陽極酸化皮膜を被せた内燃機関用のピストン及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 自動車の燃費やエンジン出力を向上させるためにピストンの摺動抵抗を減少させる方法が知られている。このピストンの一例として、特開平 11-336895 号公報「ピストン及びピストンの加工方法」が提案されている。この技術はピストンのスカート部に陽極酸化皮膜を形成し、陽極酸化皮膜に化成処理皮膜を形成することで、ピストンの摺動抵抗を減少させるものである。

【0003】 一方、摺動抵抗を減少させるために、ピストンのスカート部に条痕を形成する方法も知られており、条痕を上記公報の技術と併用すること（すなわち、条痕に皮膜を被せること）で摺動抵抗をより減少することが知られている。

しく説明する。

【0004】 図 16 (a)、(b) は従来の内燃機関用ピストンのスカート部の断面図であり、(a) はスカート部に条痕を形成した例を示し、(b) は条痕に皮膜を被せた例を示す。

(a) において、ピストン 130 のスカート部 131 に条痕 132... (…は複数個を示す) を形成する。条痕 132... の凹部 133... を深さ A1 に一定に確保し、凹部 133... に油を溜めることにより、スカート部 131 全体に油膜を均一に保持することができる。このため、ピストン 130 の摺動抵抗を減少することができる。

(b) において、条痕 132... を形成したスカート部 131 に陽極酸化皮膜 135 を形成し、陽極酸化皮膜 135 に化成処理皮膜 136 を形成する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、条痕 132... に陽極酸化皮膜 135 及び化成処理皮膜 136 を形成することで、化成処理皮膜 136 の凹部 137... を条痕 132 の凹部 133... に合せて一定ピッチに形成することはできない。加えて、化成処理皮膜 136 の凹部 137... は深さ A2 も不均一なので、スカート部 131 全体に油膜を均一に保持することはできない。従って、条痕 132... に皮膜 135、136 を被せても、ピストン 130 の摺動抵抗を大きく減らすことはできない。

【0006】 また、化成処理皮膜 136 の頂部 138a、138b (その他の頂部は符号を付さない) は不均一に突出するので、ピストン 130 をシリンダ内で往復運動する際に、特に高く突出した頂部 138a がシリンダに接触する際の面圧が高くなる。よって、摺動抵抗が高くなることが考えられる。

【0007】 そこで、本発明の目的は、スカート部の全域に油膜を均一に保持することができ、かつシリンダに接触する際の面圧を抑えることができるアルミ合金製内燃機関用ピストン及びその製造方法を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために本発明の請求項 1 は、スカート部の外表面に条痕を形成し、この条痕の表面にりん酸塩並びにふっ化物を混合した電解液を用いて陽極酸化皮膜を被せ、この陽極酸化皮膜の微細な孔に潤滑材を含浸させたアルミ合金製内燃機関用ピストンであって、陽極酸化皮膜において条痕の頂部に相当する部位をカットしつつ丸める処理を施したものであることを特徴とする。

【0009】 電解液にりん酸塩並びにふっ化物を混合することで、陽極酸化皮膜を平坦に形成する。これにより、陽極酸化皮膜を条痕の形状に倣わせて形成して、陽極酸化皮膜の微細な孔に潤滑材を含浸させることができる。

る。このため、陽極酸化皮膜の表面全域に油膜を均一に保持することができる。

【0010】加えて、りん酸塩には陽極酸化皮膜の微細な孔の孔径を大きくする作用がある。このため、微細な孔に多量の潤滑剤を含浸させ、その潤滑剤を孔内に確実に固着させることができる。さらに、条痕の頂部に相当する陽極酸化皮膜をカットしつつ丸める処理を施すことにより、その部位を滑らかな面にすることができる。このため、ピストンがシリンダに接触した際の面圧を抑えることができる。

【0011】請求項2は、ピストンスカート部の外表面に条痕を加工する工程と、この条痕の表面にりん酸塩並びにふっ化物を混合した電解液を用いて陽極酸化皮膜を被せる工程と、この陽極酸化皮膜の微細な孔に潤滑材を含ませる工程と、陽極酸化皮膜において条痕の頂部に相当する部位をカットしつつ丸めるラップ処理あるいは砥粒流動加工を施す工程とからなる。

【0012】条痕に陽極酸化皮膜を被せた後、条痕の頂部に相当する陽極酸化皮膜にラップ処理あるいは砥粒流動加工を施すことで、陽極酸化皮膜をカットしつつ丸めるようにした。このため、ラップ処理あるいは砥粒流動加工だけで、条痕の頂部に相当する陽極酸化皮膜を滑らかな面に仕上げて、ピストンがシリンダに接触した際の面圧を抑えることができる。

【0013】請求項3は、ピストンスカート部の外表面に条痕を加工する工程と、この条痕の頂部をカットしつつ丸める工程と、条痕の表面にりん酸塩並びにふっ化物を混合した電解液を用いて陽極酸化皮膜を被せる工程と、この陽極酸化皮膜の微細な孔に潤滑材を含ませる工程と、丸めた条痕に相当する陽極酸化皮膜の部位にラップ処理あるいは砥粒流動加工を施す工程とからなる。

【0014】条痕に陽極酸化皮膜を被せる前に、条痕の頂部をカットしつつ丸めることで、条痕に陽極酸化皮膜を丸めた状態に被せることができる。このため、陽極酸化皮膜を僅かに研磨するだけで、陽極酸化皮膜を滑らかな面に仕上げるので、ラップ処理や砥粒流動加工を行う時間を短くすることができる。

【0015】請求項4は、ラップ処理をバフラップなどの軟質のラップ盤でラップ処理を実施することを特徴とする。軟質のラップ盤は被ラップ面の凹凸に倣わせて研磨することが可能である。このため、軟質のラップ盤でラップ処理を行うことで、条痕の頂部に相当する部位を好適にカットしつつ丸めることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を添付図に基づいて以下に説明する。図1は本発明に係るアルミ合金製内燃機関用ピストン（第1実施形態）の斜視図である。アルミ合金製内燃機関用ピストン10は、Si（シリコン）系アルミニウム合金で形成した部材であって、ピストン頭部12にピストンリング溝13、14及びオ

イルリング溝15を形成し、オイルリング溝15の下側に一對のスカート部20、25を形成し、スカート部20、25の外表面21a（スカート部25の外表面は図示しない）に条痕22を形成し、一對のスカート部20、25の間に一對のピンボス部35、37（ピンボス部37は図2参照）を形成した部材である。

【0017】スカート部20、25は、条痕22を形成した各外表面21aに、りん酸塩並びにふっ化物を混合した電解液で陽極酸化皮膜（特殊な陽極酸化皮膜）50、50（スカート部25の陽極酸化皮膜50は図2に示す）をそれぞれ被せ、特殊な陽極酸化皮膜50、50の微細な孔に潤滑剤54（図4に示す）を含浸させた部材である。なお、陽極酸化皮膜50を被せた領域を「網目」で示す。

【0018】図2は図1の2矢視図であり、この図でアルミ合金製内燃機関用ピストンの形状を詳しく説明する。アルミ合金製内燃機関用ピストン10は、コンロッド（図示しない）側から見たときに、一對のスカート部20、25を対向する一對で構成し、これら一對のスカート部20、25の対向する端部（一端）20a、25a同士を壁部30で連結し、スカート部20、25の対向する端部（他端）20b、25b同士を壁部32で連結することで、これら壁部30、32とスカート部20、25とで略矩形を形成させ、且つ壁部30、32の中央にピンボス部35、37を膨出形成した部材である。

【0019】加えて、アルミ合金製内燃機関用ピストン10は、壁部30、32がスカート部20、25に交わる部位（すなわち、スカート部20、25の一端20a、25a及び他端20b、25b）において、これらの部位の内壁40～43を円弧状に形成し、スカート部20、25の肉厚 $t_1$ を壁部30、32の肉厚 $t_2$ より薄く設定した。

【0020】スカート部20、25の対向する一端20a、25aを壁部30で連結し、他端20b、25bを壁部32で連結することで、壁部30、32及びスカート部20、25で略矩形を形成する。このため、スカート部20、25の幅Wをピンボス部35、37の幅W1より小さくすることができる。従って、スカート部20、25を幅狭まとすることで、アルミ合金製内燃機関用ピストン10の軽量化を図ることができる。また、スカート部20、25の肉厚 $t_1$ を壁部30、32の肉厚 $t_2$ より薄く設定したので、アルミ合金製内燃機関用ピストン10をより軽量にすることができる。

【0021】一方、スカート部20、25及び壁部30、32で略矩形を形成することにより、スカート部20、25を壁部30、32で補強することができる。従って、スカート部20、25の剛性を高めることができる。また、壁部30、32がスカート部20、25に交わるスカート部の一端20a、25a及び他端20b、

25bの内壁40~43を円弧状に形成したので、スカート部的一端20a、25a及び他端20b、25bに応力が集中することを防ぐことができる。従って、スカート部20、25の剛性をより高めることができる。

【0022】一對のスカート部20、25は、幅W及び長さL(図1に示す)の網目で示した外表面21aに条痕22... (図1に示す)を形成し、スカート部20、25の各外表面21aに特殊な陽極酸化皮膜50、50をそれぞれ被せ、特殊な陽極酸化皮膜50、50の微細な孔に潤滑剤を含浸させたものである。なお、特殊な陽極酸化皮膜及び潤滑剤については図4でさらに詳しく説明する。

【0023】図3は図1の3矢視図であり、スカート部20、25の下端23、28(下端28は図1も参照)をピンボス部35、37の下端36、38より下方に延した状態を示す。スカート部20、25の下端23、28をピンボス部35、37の下端36、38より下方に延すことにより、アルミ合金製内燃機関用ピストン10がシリンダ内を移動している際に、スカート部20、25をシリンダに接触させることでピストン10の姿勢を正規の状態に容易に保つことができる。

【0024】図4は本発明に係るアルミ合金製内燃機関用ピストンの特殊な陽極酸化皮膜の表面を拡大した断面図である。なお、潤滑剤54として熱硬化性樹脂を使用した例を説明する。特殊な陽極酸化皮膜50は、膜厚t3が略一定で皮膜面21を平坦に形成し、皮膜面21に微細な孔52... (…は複数個を示す。以下同様。)を備えたものである。孔52...は孔径d1が比較的大きい孔である。このため、孔52...に十分な量の潤滑剤(熱硬化性樹脂)54を含浸することができ、含浸した熱硬化性樹脂54を孔52...内に確実に固着することができる。

【0025】このように、熱硬化性樹脂54を陽極酸化皮膜50の微細な孔52...に固着させることで、陽極酸化皮膜50で耐摩耗性を高めるとともに、潤滑剤54で摺動抵抗を減らすことができる。加えて、特殊な陽極酸化皮膜50は、皮膜面21を平坦にすることで、摺動抵抗をさらに減らすことができる。

【0026】図5は図3の5-5線断面図である。特殊な陽極酸化皮膜50は、電解液にりん酸塩並びにふっ化物を混合することで、Siを溶かして平坦に形成することができる。これで、陽極酸化皮膜50をスカート部20の条痕22...の形状に倣わせて形成して、陽極酸化皮膜50の表面を条痕22...と略同じ形状にすることができる。

【0027】さらに、陽極酸化皮膜50を条痕22...の形状に倣わせて形成することで、陽極酸化皮膜50の表面全域に油膜を均一に保持することができる。また、図4で説明したように、陽極酸化皮膜の微細な孔の孔径

を含浸させ、その潤滑剤54を孔52内に確実に固着させることができる。

【0028】加えて、特殊な陽極酸化皮膜50は、条痕22の頂部22aに相当する平坦部位50aの陽極酸化皮膜をカットしつつ丸める処理(特に角部位50b、50bを丸める)を施すことにより、その平坦部位50a及び角部位50b、50bの部位H1(すなわち、条痕22の頂部22aに相当する部位)を滑らかな面にすることができる。

【0029】よって、ピストン10がシリンダ(図示しない)に接触する際の面圧を抑えることができる。このように、陽極酸化皮膜50の表面全域に油膜を均一に保持し、潤滑剤54を確実に固着させ、加えて面圧を抑えることができるので、ピストン10をスムーズに摺動させることができる。

【0030】以下、図6で普通の陽極酸化皮膜の形成方法を比較例として説明する。図6(a)~(c)は内燃機関用ピストンのスカート部に普通の陽極酸化皮膜を形成した比較例を示す説明図である。(a)は、硫酸電解液で生成した普通の陽極酸化皮膜を示す。母材としてのアルミ合金製内燃機関用ピストンのスカート部100にSi粒111...が分布し、そのうちの表面近傍のSi粒112...が陽極酸化皮膜113に悪影響を及ぼして、陽極酸化皮膜113が全体的に凹凸となっている。

【0031】(b)は、(a)の拡大図であり、たまたま表面に出ていたSi粒115の部分には陽極酸化皮膜を形成できずに大きな窪みD1となり、また、表面にごく近いSi粒116の部分には陽極酸化皮膜117が形成できたけれども、膜厚は周囲の陽極酸化皮膜113と比べると小さく、窪みD2ができています。すなわち、Siを含むアルミニウム合金製ピストン100を硫酸電解液で陽極酸化処理をしても、平坦な陽極酸化皮膜113が得られないことが分かった。また、硫酸電解液では、微細な孔118...の孔径をd2とすると、d2は一般的に15nm程度と小さいことが分かった。

【0032】(c)は、液状の熱硬化性樹脂を微細な孔118...に含浸させ、含浸した液状の熱硬化性樹脂を加熱して硬化樹脂119...に変えた状態を示す。樹脂は摩擦抵抗が小さいので、陽極酸化皮膜113、117に硬化樹脂119...を含浸させることで、Si系アルミニウム合金製ピストンがシリンダ内を高速で往復移動するときの摺動抵抗は比較的小さくなる。

【0033】しかし、(b)に示したように、陽極酸化皮膜113に窪みD1、D2が発生して陽極酸化皮膜113を平坦に生成することが困難であり、また、陽極酸化皮膜113に発生した微細な孔118...の孔径d2が小さいので陽極酸化皮膜113に樹脂119を十分に含有することができない。このため、陽極酸化皮膜113に樹脂119を含浸させても摩擦抵抗を所望の値まで

【0034】以下、図4の断面拡大図に示した特殊な陽極酸化皮膜を形成する方法、すなわちアルミ合金製内燃機関用ピストンの製造方法を説明する。図7は本発明に係るアルミ合金製内燃機関用ピストン（第1実施形態）の特殊な陽極酸化皮膜処理方法を説明するフローチャートであり、アルミ合金製内燃機関用ピストンの製造方法を示す。なお、図中ST××はステップ番号を示す。ST10；アルミ合金製内燃機関用ピストン（すなわち、Si系アルミニウム合金としてのAC8Cアルミニウム合金製ピストン）のスカート部の外表面に条痕を形成する。

【0035】ST11；条痕を形成したスカート部の外表面を脱脂する。

ST12；りん酸塩としてのりん酸3ナトリウム及びふっ化物としてのふっ化カリウムの混合水溶液中で電気分解して、スカート部の外側表面に特殊な陽極酸化皮膜を生成する。この陽極酸化皮膜の表面に微細な孔が生成する。

ST13；ふっ素樹脂を含有する液状の熱硬化性樹脂（ふっ素系樹脂）を準備し、この液状の熱硬化性樹脂を陽極酸化皮膜の微細な孔に含浸させる。

【0036】ST14；微細な孔に含浸した液状の熱硬化性樹脂を加熱することにより硬化させる。これで、本発明に係るアルミニウム合金製ピストンの陽極酸化処理が完了する。

ST15；陽極酸化処理の条痕に相当する部位にラップ処理あるいは砥粒流動加工を施すことで、その部位をカットしつつ丸める。

以下、Si系アルミニウム合金の陽極酸化処理方法のST10～ST15を図8～図11で詳しく説明する。

【0037】図8は本発明に係るアルミ合金製内燃機関用ピストン（第1実施形態）の特殊な陽極酸化皮膜処理方法の第1説明図であり、ST10を示す。アルミ合金製内燃機関用ピストン（すなわち、Si系アルミニウム合金としてのAC8Cアルミニウム合金製ピストン）のスカート部20の外表面21aに条痕22を形成する。

【0038】図9（a）、（b）は本発明に係るアルミ合金製内燃機関用ピストン（第1実施形態）の特殊な陽極酸化皮膜処理方法の第2説明図である。なお、理解を容易にするためスカート部20の外表面を横向きに配置した状態で説明する。（a）は、ST11（脱脂）後の状態を示す図であり、アルミ合金製内燃機関用ピストンのスカート部20の外表面21aを脱脂した状態を示す。スカート部20の外表面21aの近傍にはアルミニウムにSi粒55、56、57が分散している。

【0039】（b）は、ST12（特殊な陽極酸化皮膜処理）後の状態を示す図であり、りん酸3ナトリウム及びふっ化カリウムの混合水溶液中で電気分解して陽極酸化皮膜50を生成した状態を示す。りん酸3ナトリウムの腐食作用でスカート部20の外表面21a（（a）に

示す）が溶解して、Si粒55、56、57が露出する。露出したSi粒55、56、57がふっ化カリウムの作用で溶解して小さくなる。

【0040】このため、スカート部20の外表面21aにSi粒55、56、57が存在するにも拘らず、陽極酸化皮膜50が良好に成長する。この結果、陽極酸化皮膜50の皮膜面21が揃うので、面粗度は小さくなり、膜厚t3はほぼ一定となる。また、電解液にはりん酸3ナトリウムを含むため、りん酸3ナトリウムの孔径を大きくする作用で、微細な孔52…の孔径d1は略100nmと十分に大きくなる。

【0041】図10（a）、（b）は本発明に係るアルミ合金製内燃機関用ピストン（第1実施形態）の特殊な陽極酸化皮膜処理方法の第3説明図である。（a）は、ST13（樹脂含浸処理）後の状態を示す図であり、ふっ素樹脂を含有する液状の熱硬化性樹脂53を準備し、この液状の熱硬化性樹脂53を陽極酸化皮膜50の孔52…に含浸した状態を示す。孔52…の孔径d1が100nmと大きいので、多量の熱硬化性樹脂53を孔52…内に含浸させることができる。なお、熱硬化性樹脂53は溶媒希釈しなくても液状をなす樹脂である。

【0042】（b）は、ST14（樹脂硬化処理）後の状態を示す図であり、オープンのコイル58から矢印の如く熱を伝えることにより液状の熱硬化性樹脂53を加熱する状態を示す。液状の熱硬化性樹脂53が硬化して熱硬化性樹脂（潤滑剤）54となる。これで、図4に示す特殊な陽極酸化皮膜50に熱硬化性樹脂54を含浸させた状態になる。

【0043】図11（a）、（b）は本発明に係るアルミ合金製内燃機関用ピストン（第1実施形態）の特殊な陽極酸化皮膜処理方法の第4説明図である。（a）は、スカート部20の条痕22に陽極酸化皮膜50を被せた状態を示す。陽極酸化皮膜50の皮膜面21が揃うので、面粗度は小さくなり、膜厚t3はほぼ一定となる。

【0044】（b）は、ST15後の状態を示す図であり、図5と同じ図である。陽極酸化皮膜50において、条痕22の頂部22aに相当する平坦部位50aをカットしつつ丸める（特に角部位50b、50bを丸める）ラップ処理あるいは砥粒流動加工を施すことにより、その平坦部位50aを滑らかな面にする。このため、ピストン10がシリンダに接触する際の面圧を抑えることができる。

【0045】ここで、ラップ処理としては、バフラップ（一例として起毛バフラップ）などの軟質のラップ盤で実施する。起毛バフラップなどの軟質ラップ盤は被ラップ面の凹凸にある程度做わせて研磨することが可能である。このため、軟質ラップ盤でラップ処理を行うことで、条痕の頂部に相当する部位をカットしつつ丸めることができる。なお、起毛バフラップに代えて、砥粒流動加工を採用しても同様の効果を得ることができる。砥粒

流動加工とは、研磨材を混練した半固体状で粘弾性をもつ材料を準備し、この材料を加工箇所機械的に押し込んで圧接移動をさせることにより、この材料で所望の面を加工する方法をいう。

【0046】本発明によれば、りん酸3ナトリウムには微細な孔52...の孔径を大きくする作用がある。このため、陽極酸化皮膜50の微細な孔52...を大きな孔径d1にすることができる。従って、陽極酸化皮膜50に多量の熱硬化性樹脂54を含浸することができ、且つ含浸した熱硬化性樹脂54を孔52...内に確実に固着することができる。この結果、摺動抵抗を減らすことができ、かつ耐久性を高めることができる。一方、ふっ化カリウムにはSiを溶解する作用と増膜作用とがある。このため、陽極酸化皮膜50の皮膜面21を平坦にすることができるので、摺動抵抗をより減らすことができる。

【0047】さらに、熱硬化性樹脂54に含有したふっ素樹脂は、耐摩耗性や耐熱性に優れており、熱硬化性樹脂54を耐摩耗性や耐熱性に優れた樹脂にすることができる。従って、熱硬化性樹脂54を、例えば100℃～300℃以上の高温において使用することができるので、ピストンのような高温状態で使用する部材に好適である。

【0048】加えて、条痕22に陽極酸化皮膜50を被

せた後、条痕22の頂部22aに相当する平坦部位50a及び角部位50b、50bにラップ処理あるいは砥粒流動加工を施すことで、平坦部位50a及び角部位50b、50bをカットしつつ丸めるようにした。このため、ラップ処理あるいは砥粒流動加工だけで、条痕22の頂部22aに相当する部位を滑らかな面に仕上げて、ピストン10がシリンダに接触する際の面圧を抑えることができる。

【0049】ここで、一例として陽極酸化皮膜50の膜厚6μmとすると、陽極酸化皮膜の研磨量は1～5μmに抑えることが好ましい。研磨量が1μmより小さいと面圧を抑えることが難しくなり、研磨量が5μmを越えると陽極酸化皮膜50の膜厚が薄くなりすぎるからである。

【0050】

【実施例】本発明に係る実施例及び比較例を表1、表2及び図12に基づいて説明する。

共通条件：

供試材 AC8C (JIS H 5202 アルミニウム合金鋳物)

成分は表1に示すが、約10%のSiを含む鋳物である。

【0051】

【表1】

JIS 記号	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Ti	Pb	Sn	Cr	Al
AC8C	2.0 ～4.0	8.5 ～10.5	0.50 ～1.5	0.50 以下	1.0 以下	0.50 以下	0.50 以下	0.20 以下	0.10 以下	0.10 以下	0.10 以下	残部

【0052】

【表2】

		実施例	比較例
		AC8C	AC8C
陽極酸化処理	電解液	0.4モル/lリン酸3ナトリウム + 0.125モル/lフッ化カリウム (混合水溶液)	0.4モル/lリン酸3ナトリウム + 0.125モル/lフッ化カリウム (混合水溶液)
	電解液温度	22℃	22℃
	電圧	70V	70V
	処理時間	30分	30分
	結果		
	孔径	100nm	100nm
	面粗度	2~3μm	2~3μm
樹脂の含浸	減圧	10mmHg	10mmHg
	浸漬液	パーフロロオクチル エチルメタクレート	パーフロロオクチル エチルメタクレート
	浸漬時間	5分	5分
	硬化時間	5分	5分
ラップ処理		有	無
結果	初期摺動抵抗	低	高

【0053】実施例：アルミ合金製内燃機関用ピストンのスカート部の外表面を脱脂した後、0.4モル/lリン酸3ナトリウム及び0.125モル/lフッ化カリウムの混合電解液で、電解液温度を22℃、電圧を70Vとして30分間電気分解して、スカート部の外表面に特殊な陽極酸化皮膜を生成した。特殊な陽極酸化皮膜の微細な孔は孔径d1（図10(a)参照）が100nmと大きく、陽極酸化皮膜の表面最大粗さRmaxは2~3μmと平坦である。なお、Rmaxは、JIS B 0601で定義する表面粗さの最大高さであるが、便宜上「表面最大粗さRmax」を表記した。

【0054】次に、生成した陽極酸化皮膜を10mmHgの減圧状態で、パーフロロオクチルエチルメタクレート（熱硬化性樹脂）液中に5分間浸漬した後、大気開放して98℃の温水に10分間浸漬した。温水から取り出した後、オーブンで5分間加熱してパーフロロオクチル

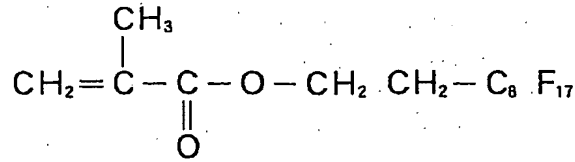
エチルメタクレートを硬化した。

【0055】次いで、条痕の頂部に相当する部位にラップ処理あるいは砥粒流動加工を施すことで、その部位をカットしつつ丸めるようにした。これにより、条痕の頂部に相当する部位を滑らかな面に仕上げることができる。このピストンをエンジンに組込んでならし運転をおこない、そのときのエンジン出力特性を測定した。その結果、ならし運転の当初から所望のエンジン出力特性を得ることができることが判かった。その理由は、条痕の頂部に相当する部位を滑らかな面に仕上げることで、ピストンがシリンダに接触する際の面圧を抑えて、初期摺動抵抗を低くすることができるからである。なお、パーフロロオクチルエチルメタクレートの化学式は以下の通りである。

【0056】

【化1】





【0057】比較例：実施例と同様に、アルミ合金製内燃機関用ピストンのスカート部の外表面を脱脂した後、0.4モル／リりん酸3ナトリウム及び0.125モル／リふっ化カリウムの混合電解液で、電解液温度を22℃、電圧を70Vとして30分間電気分解して、スカート部の外表面に特殊な陽極酸化皮膜を生成した。特殊な陽極酸化皮膜の微細な孔は孔径d1（図10（a）参照）が100nmと大きく、陽極酸化皮膜の表面最大粗さRmaxは2～3μmと平坦である。なお、Rmaxは、JIS B 0601で定義する表面粗さの最大高さであるが、便宜上「表面最大粗さRmax」を表記した。

【0058】次に、生成した陽極酸化皮膜を10mmHgの減圧状態で、パーフロロオクチルエチルメタクリレート（熱硬化性樹脂）液中に5分間浸漬した後、大気開放して98℃の温水に10分間浸漬した。温水から取り出した後、オープンで5分間加熱してパーフロロオクチルエチルメタクリレートを硬化した。

【0059】このピストンをエンジンに組込んでならし運転をおこない、そのときのエンジン出力特性を測定した。その結果、所望のエンジン出力特性を得るまでには、ならし運転を比較的長い時間実施する必要があることが判かった。その理由は、陽極酸化皮膜において条痕の頂部に相当する部位が頂部として存在しているため、ピストンがシリンダに接触する際の面圧が高くなり、初期摺動抵抗が高くなるからである。

【0060】図12（a）～（c）は本発明に係るアルミ合金製内燃機関用ピストンの特殊な陽極酸化皮膜を説明する断面図であり、（a）～（b）は表1の比較例、（c）は表1の実施例を示す。（a）は、アルミ合金製内燃機関用ピストン120のスカート部121に条痕122を形成し、条痕122に特殊な陽極酸化皮膜50を形成し、陽極酸化皮膜50の微細な孔に潤滑剤を含浸させた状態を示す。

【0061】特殊な陽極酸化皮膜50は条痕122に沿って均一の厚さ（t3）で陽極酸化皮膜50を被せることが可能であり、陽極酸化皮膜50において条痕122の頂部122aに相当する部位50cが、条痕122の頂部122aと同様に突出する。従って、ピストン120がシリンダ59内で矢印①の如く往復運動する際に、陽極酸化皮膜50の頂部50cに大きな面圧がかかる。

【0062】（b）において、陽極酸化皮膜50の頂部50cや条痕122の頂部122a（（a）に示す）が部位122bに露出してしまい、この部位122bを陽極酸化皮膜50で保護することができない。

部位122bが露出してしまい、この部位122bを陽極酸化皮膜50で保護することができない。

【0063】（c）において、アルミ合金製内燃機関用ピストン10のスカート部20に条痕22を形成し、条痕22に特殊な陽極酸化皮膜50を形成し、陽極酸化皮膜50の微細な孔に潤滑剤を含浸させた。この状態では、特殊な陽極酸化皮膜50は条痕22に沿って均一の厚さ（t3）で陽極酸化皮膜50を被せることが可能であり、比較例と同様に、陽極酸化皮膜50において条痕22の頂部22aに相当する部位50c（（a）参照）が、条痕22の頂部22aと同様に突出する。次に、陽極酸化皮膜50の部位50cにラップ処理或は砥粒流動を施して、その部位50cをカットしつつ丸めるようにすることで、部位H1を平坦部位50a及び角部位50b、50bからなる滑らかな面に形成した。

【0064】従って、ピストン10がシリンダ59内で矢印②の如く往復運動する際に、陽極酸化皮膜50の滑らかな面（すなわち、平坦部位50a及び角部位50b、50b）に大きな面圧がかかることを抑えることができる。従って、ピストンの摺動抵抗を減少させて円滑に運動させることができる。

【0065】次に、第2～第4実施形態を図13～図15に基づいて説明する。なお、第1実施形態と同一部材については同一符号を付して説明を省略する。図13は本発明に係るアルミ合金製内燃機関用ピストン（第2実施形態）の側面図である。アルミ合金製内燃機関用ピストン60は、ピンボス部35の下端36及びピンボス部37の下端38より一対のスカート部62（奥側のスカート部は図示しない）の下端63をδ寸法だけ上方に上げたものである。このため、一対のスカート部62を、第1実施形態のスカート部20、25より小さくすることができる。従って、アルミ合金製内燃機関用ピストン60をよりアルミ合金製内燃機関用ピストン10より軽量にすることができる。

【0066】図14は本発明に係るアルミ合金製内燃機関用ピストン（第3実施形態）の側面図である。アルミ合金製内燃機関用ピストン70は、スカート部72を略逆台形、すなわち下端73からピストン頭部74に向けてスカート幅をW3からW4に徐々に大きく形成したものである。スカート部72を略逆台形に形成することにより、スカート部72の剛性を高めることができる。

【0067】図15（a）～（d）は本発明に係るアルミ合金製内燃機関用ピストン（第4実施形態）の断面図

トン80のスカート部20に条痕22を形成する。

(b)において、条痕22の頂部22a((a)に示す)をラップ処理あるいは砥粒流動加工でカットしつつ丸めることにより、条痕22の頂部22aを、平坦部位22b及び角部位22c、22cの部位H3に渡って滑らかな面に成形する。

【0068】ここで、一例として条痕の頂部22aから谷部までの深さA3((a)に示す)が $20\mu\text{m}$ とすると、研磨量は $5\sim 15\mu\text{m}$ に抑える必要があり、特に $9\mu\text{m}$ に抑えることが好ましい。研磨量が $5\mu\text{m}$ より小さいと面圧を下げるのが難しく、研磨量が $15\mu\text{m}$ を越えると条痕としての役割を果たさなくなる。

【0069】(c)において、条痕22に特殊な陽極酸化皮膜50を形成し、陽極酸化皮膜50の微細な孔に潤滑剤を含浸させる。特殊な陽極酸化皮膜50は、皮膜面21が揃うので、面粗度は小さくなり、膜厚t3はほぼ一定となる。よって、条痕22の平坦部位22b及び角部位22c、22cの部位H3に沿って、陽極酸化皮膜50の平坦部位51a及び角部位51b、51bをある程度滑らかな面に成形することができる。

【0070】(d)において、陽極酸化皮膜50の平坦部位51a及び角部位51b、51bをラップ処理あるいは砥石粒流動することで、陽極酸化皮膜50の平坦部位51a及び角部位51b、51bの部位H4(すなわち、丸めた条痕の部位H3に相当する陽極酸化皮膜50の部位)を十分に滑らかな面に成形することができる。このため、ピストン10がシリンダ59に接触する際の面圧を抑えることができる。

【0071】ここで、一例として陽極酸化皮膜50の膜厚 $6\mu\text{m}$ とすると、陽極酸化皮膜の研磨量は $1\sim 5\mu\text{m}$ に抑える必要があり、特に $1\mu\text{m}$ に抑えることが好ましい。研磨量が $1\mu\text{m}$ より小さいと角部位を丸めるのが難しくなり、研磨量が $5\mu\text{m}$ を越えると陽極酸化皮膜50の膜厚が薄くなりすぎる。

【0072】ここで、ラップ処理としては、バフラップ(一例として起毛バフラップ)などの軟質のラップ盤で実施する。軟質のラップ盤は被ラップ面の凹凸にある程度倣わせて研磨することが可能である。このため、軟質のラップ盤でラップ処理を行うことで、条痕の頂部に相当する部位をカットしつつ丸めることができる。

【0073】起毛バフラップを使用することで、条痕の頂部に相当する部位に限らないで、条痕の谷部に相当する部位まで研磨することが可能になる。よって、平坦部位の角部位を丸みを持たせるように研磨することができる。なお、起毛バフラップに代えて、砥粒流動加工を採用しても同様の効果を得ることができる。砥粒流動加工とは、研磨材を混練した半固体状で粘弾性をもつ材料を準備し、この材料を加工箇所機械的に押し込んで圧接移動をさせることにより、この材料で所望の面を加工する手法である。

【0074】第4実施形態によれば、条痕22に陽極酸化皮膜50を被せる前に、条痕22の頂部22aをカットしつつ丸めることで、丸めた部位22a、22b、22bに陽極酸化皮膜50を丸めた状態に被せることができる。このため、陽極酸化皮膜50を僅かに研磨するだけで、陽極酸化皮膜50の平坦部位51a及び角部位51b、51bを滑らかな面に仕上げるができるので、ラップ処理あるいは砥粒流動加工を行う時間を短くすることができる。従って、短いならし運転で所望のエンジン出力特性を得ることができるピストンを比較的簡単に製造することができる。

【0075】なお、前記実施形態では、りん酸塩としてりん酸3ナトリウムを使用した例を示したが、その他にりん酸ナトリウムなどを使用してもよい。また、ふっ化物としてふっ化カリウムを使用した例を示したが、その他にふっ化ナトリウムなどを使用してもよく、アルカリ金属系ふっ化物であれば同等の作用効果がある。

【0076】さらに、液状の熱硬化性樹脂としてパーフロロオクチルエチルメタクレート液を使用した例を説明したが、ふっ素を含んだその他の熱硬化性樹脂を使用してもよい。また、潤滑剤として熱硬化性樹脂を使用した例を説明したが、光硬化性樹脂などのその他の樹脂を使用しても同様の効果を得ることができる。光硬化性樹脂は、例えば紫外線硬化性樹脂や可視光硬化性樹脂が該当する。さらに、前記実施形態では、条痕22の凹部を湾曲形に形成した例について説明したが、その他に条痕の凹部を略台形などに形成してもよく、凹部の形状は任意である。

【0077】

【発明の効果】本発明は上記構成により次の効果を発揮する。請求項1は、電解液にりん酸塩並びにふっ化物を混合することで、陽極酸化皮膜を平坦に形成する。これにより、陽極酸化皮膜を条痕の形状に倣わせて形成して、陽極酸化皮膜の表面を条痕と略同じ形状にすることができる。このため、陽極酸化皮膜の表面全域に油膜を均一に保持することができる。加えて、りん酸塩には陽極酸化皮膜の微細な孔の孔径を大きくする作用がある。このため、微細な孔に多量の潤滑剤を含浸させ、その潤滑剤を孔内に確実に固着させることができる。

【0078】さらに、条痕の頂部に相当する陽極酸化皮膜をカットしつつ丸める処理を施すことにより、その部位を滑らかな面にすることができる。このため、ピストンがシリンダに接触した際の面圧を抑えることができる。このように、油膜を均一に保持し、潤滑剤を確実に固着させ、加えて面圧を抑えることができるので、短いならし運転で所望のエンジン出力特性を得ることができる。

【0079】請求項2は、条痕に陽極酸化皮膜を被せた後、条痕の頂部に相当する陽極酸化皮膜にラップ処理あるいは砥粒流動加工を施すことで、陽極酸化皮膜をカッ

トしつつ丸めるようにした。このため、ラップ処理あるいは砥粒流動加工だけで、条痕の頂部に相当する陽極酸化皮膜を滑らかな面に仕上げて、ピストンがシリンダに接触した際の面圧を抑えることができる。従って、短いならし運転で所望のエンジン出力特性を得ることができるピストンを比較的簡単に製造することができる。

【0080】請求項3は、条痕に陽極酸化皮膜を被せる前に、条痕の頂部をカットしつつ丸めることで、条痕に陽極酸化皮膜を丸めた状態に被せることができる。このため、陽極酸化皮膜を僅かに研磨するだけで、陽極酸化皮膜を滑らかな面に仕上げるので、ラップ処理や砥粒流動加工を行う時間を短くすることができる。従って、短いならし運転で所望のエンジン出力特性を得ることができるピストンを比較的簡単に製造することができる。

【0081】請求項4は、軟質のラップ盤は被ラップ面の凹凸に倣わせて研磨することが可能である。このため、軟質のラップ盤でラップ処理を行うことで、条痕の頂部に相当する部位を好適にカットしつつ丸めることができる。従って、軟質のラップ盤を使用することにより、条痕の頂部に相当する部位を比較的簡単に滑らかな面を形成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るアルミ合金製内燃機関用ピストン（第1実施形態）の斜視図

【図2】図1の2矢視図

【図3】図1の3矢視図

【図4】本発明に係るアルミ合金製内燃機関用ピストンの特殊な陽極酸化皮膜の表面を拡大した断面図

【図5】図3の5-5線断面図

【図6】内燃機関用ピストンのスカート部に普通の陽極酸化皮膜を形成した比較例を示す説明図である。

【図7】本発明に係るアルミ合金製内燃機関用ピストン

（第1実施形態）の特殊な陽極酸化皮膜処理方法を説明するフローチャート

【図8】本発明に係るアルミ合金製内燃機関用ピストン（第1実施形態）の特殊な陽極酸化皮膜処理方法の第1説明図

【図9】本発明に係るアルミ合金製内燃機関用ピストン（第1実施形態）の特殊な陽極酸化皮膜処理方法の第2説明図

【図10】本発明に係るアルミ合金製内燃機関用ピストン（第1実施形態）の特殊な陽極酸化皮膜処理方法の第3説明図

【図11】本発明に係るアルミ合金製内燃機関用ピストン（第1実施形態）の特殊な陽極酸化皮膜処理方法の第4説明図

【図12】本発明に係るアルミ合金製内燃機関用ピストンの特殊な陽極酸化皮膜を説明する断面図

【図13】本発明に係るアルミ合金製内燃機関用ピストン（第2実施形態）の側面図

【図14】本発明に係るアルミ合金製内燃機関用ピストン（第3実施形態）の側面図

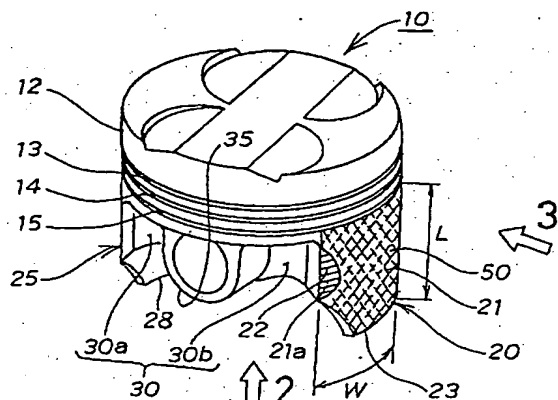
【図15】本発明に係るアルミ合金製内燃機関用ピストン（第4実施形態）の断面図

【図16】従来の内燃機関用ピストンのスカート部の断面図

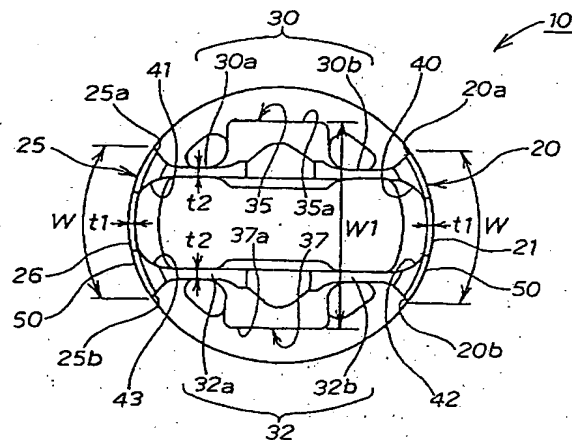
#### 【符号の説明】

10、60、70、80…アルミ合金製内燃機関用ピストン、20、25、62、72…スカート部、21a…スカート部の外表面、22…条痕、22a…条痕の頂部、22b…平坦部位、22c…角部位、50…陽極酸化皮膜、50a…平坦部位、50b…角部位、51a…平坦部位、51b…角部位、52…微細な孔、54…潤滑剤、H1、H4…部位、H3…丸めた条痕の部位。

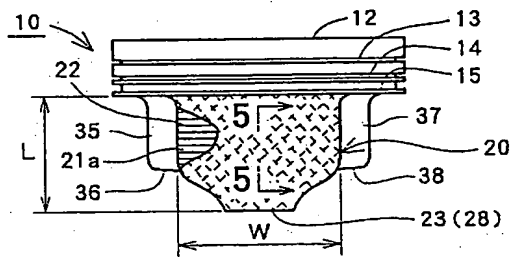
【図1】



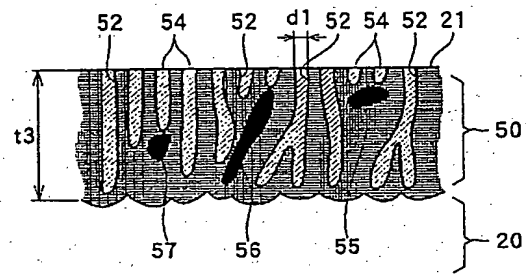
【図2】



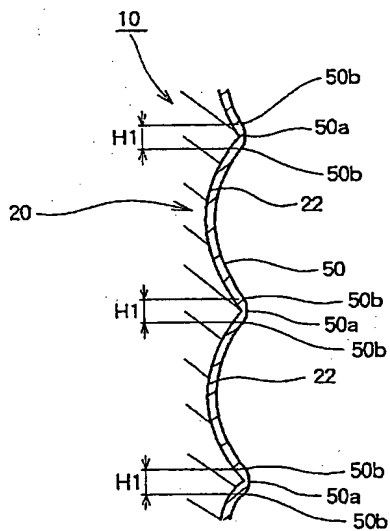
【図 3】



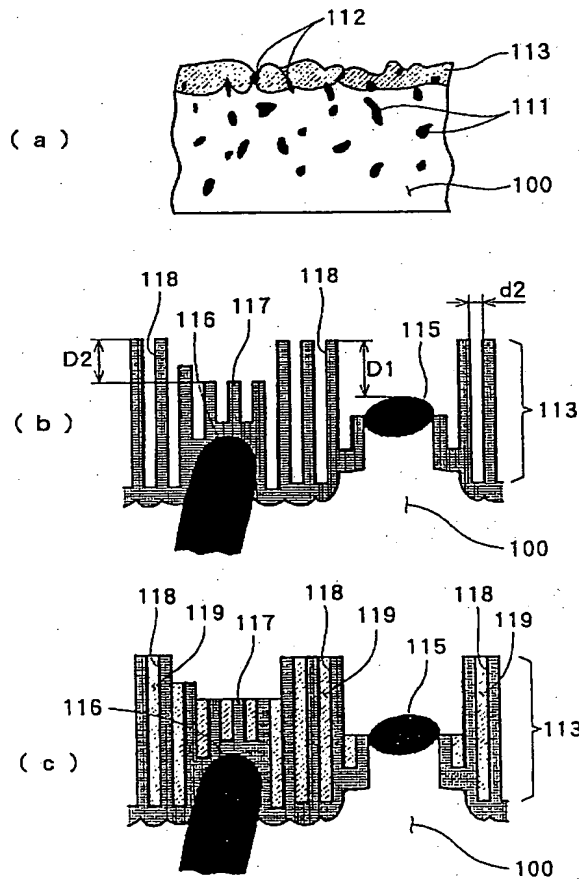
【図 4】



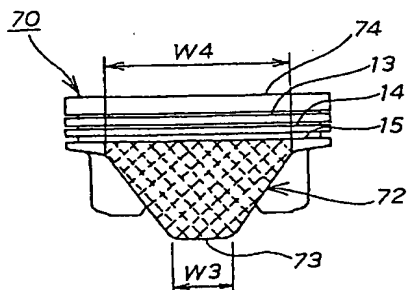
【図 5】



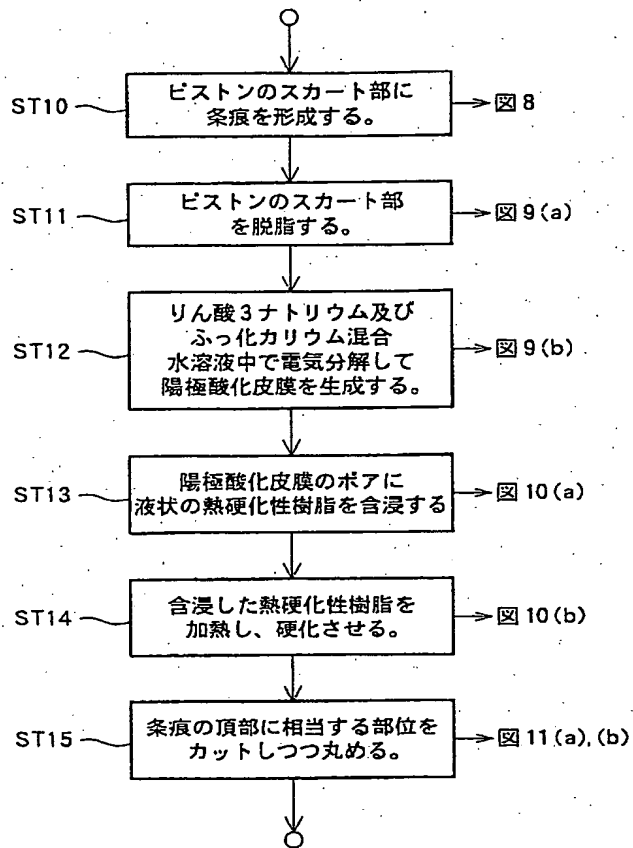
【図 6】



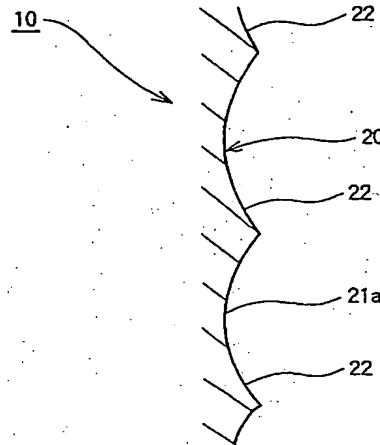
【図 14】



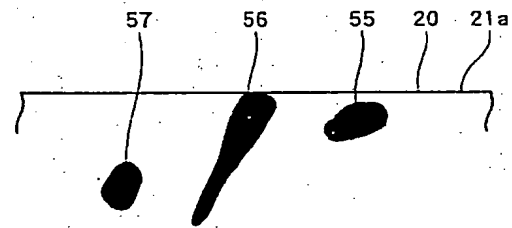
【図7】



【図8】

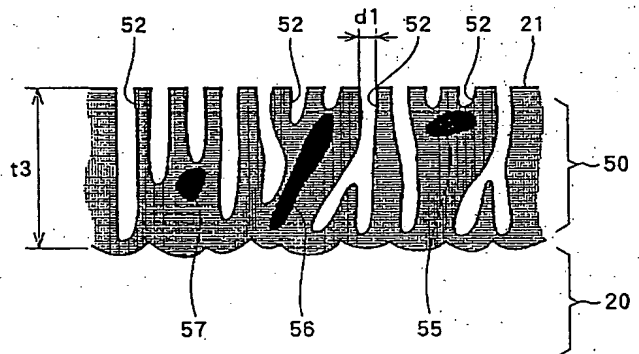
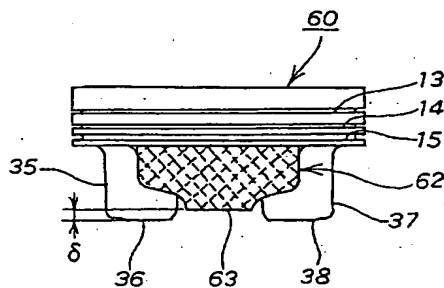


【図9】



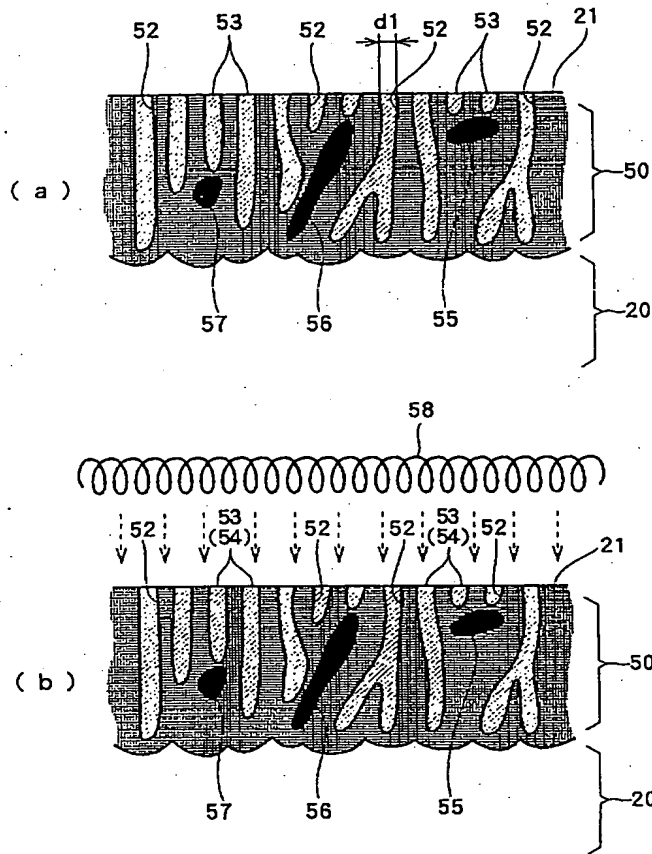
(a)

【図13】

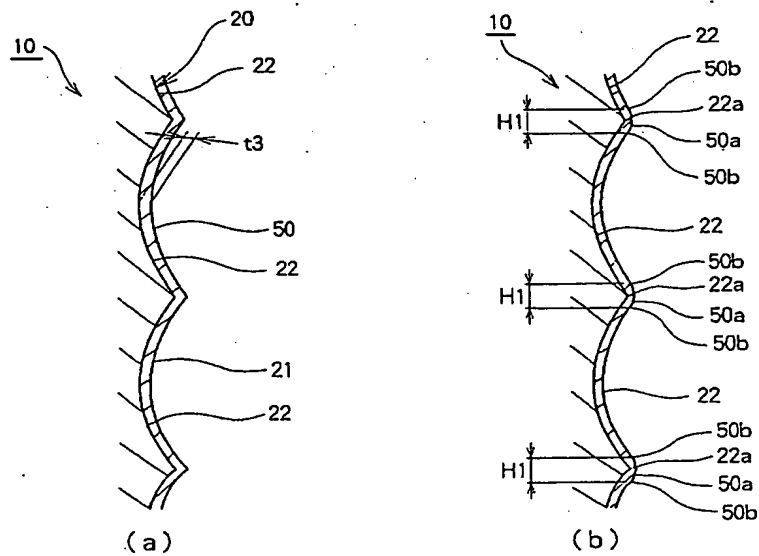


(b)

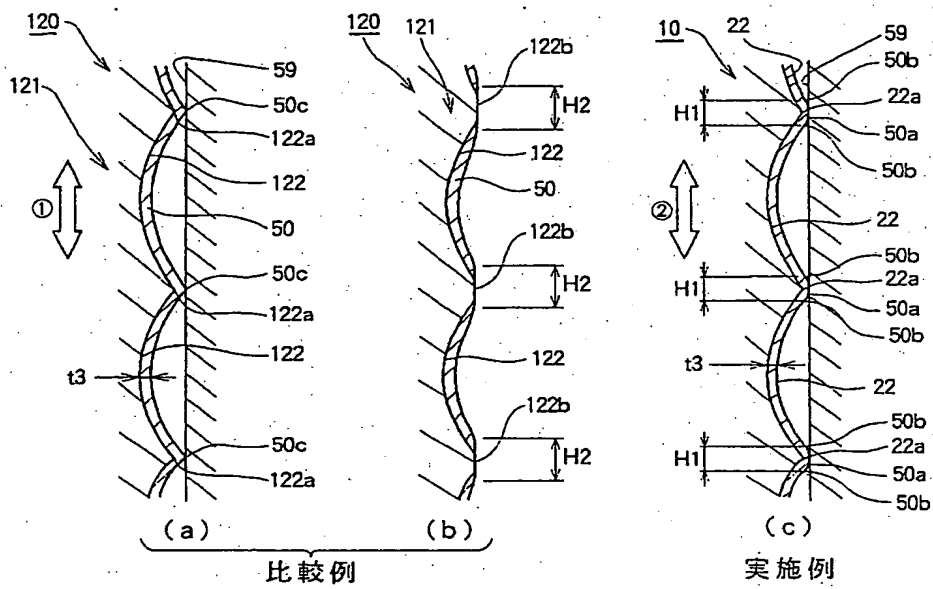
【図10】



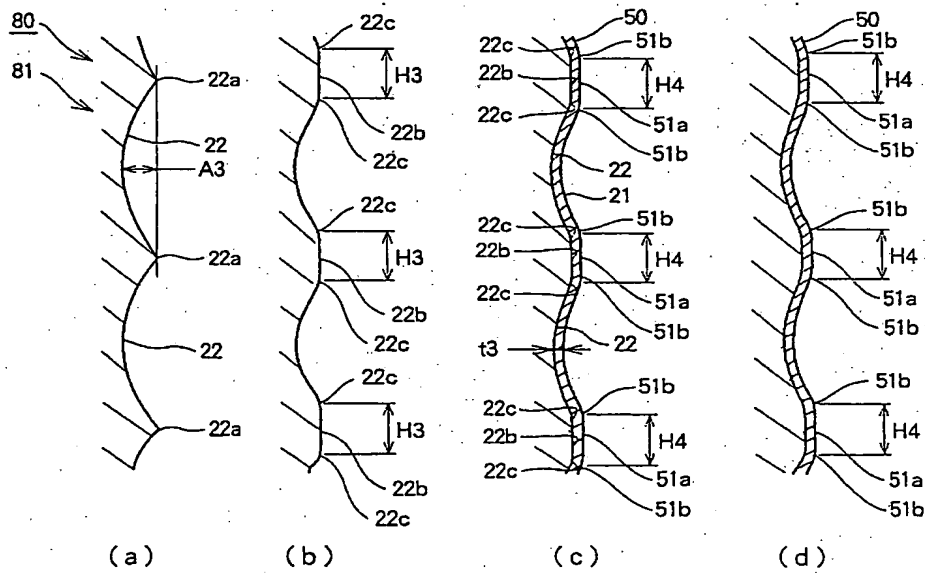
【図11】



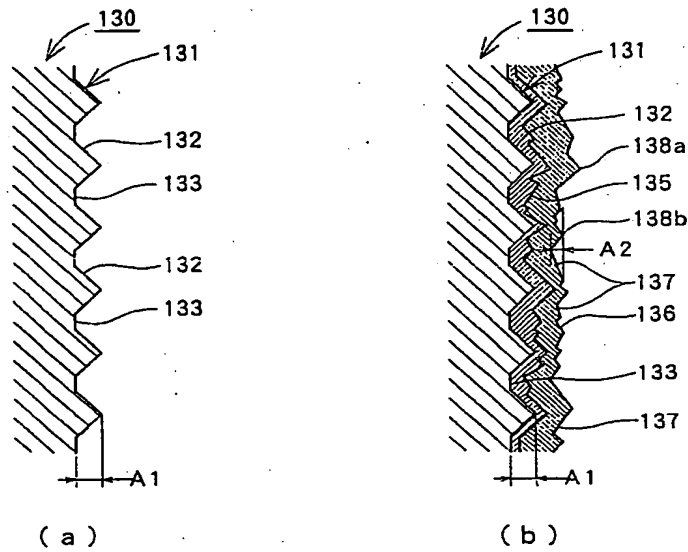
【図 12】



【図 15】



【図16】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

ターム (参考)

F 0 2 F 3/10  
F 1 6 J 1/00  
1/01  
1/08

F 0 2 F 3/10  
F 1 6 J 1/00  
1/01  
1/08

B

(72) 発明者 小林 幸司

埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホン  
ダエンジニアリング株式会社内

Fターム (参考) 3J044 AA12 AA18 BA04 BB05 BB12  
BB39 BC04 CA14 DA09 EA02